



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Klassierung:

21 c, 46/33

Int. Cl.:

G 05 b

Gesuchsnummer:

3071/63

Anmeldungsdatum:

11. März 1963, 11 ¼ Uhr

Patent erteilt:

15. Dezember 1966

Patentschrift veröffentlicht:

15. September 1967

S

HAUPTPATENT

René Laube, Zollikerberg

Anordnung zum Vergleich zweier Werte, insbesondere Sollwert-Istwert-Vergleichsanordnung

René Laube, Zollikerberg, ist als Erfinder genannt worden

1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zum Vergleich zweier Werte, z. B. eines Sollwertes und eines Istwertes. Solche Anordnungen können z. B. bei automatischen Programmsteuerungen zur Positionierung des Werkzeugs bei Werkzeugmaschinen verwendet werden; sie lassen sich jedoch auch in anderen Gebieten der Technik benützen.

Es ist bekannt, daß bei Problemen, wo z. B. ein Sollwert, der digital dargestellt wird, mit einem Istwert verglichen werden muß, der analog dargestellt wird, zuerst mit dem Istwert eine separate Analog-Digitalwandlung vorgenommen wird, nachher der Istwert, der jetzt digital dargestellt wird, mit dem Sollwert in einer logischen Verknüpfung verglichen und bei Übereinstimmung von Soll- und Istwert ein Befehlssignal erzeugt wird. Der Aufwand ist dabei meistens ziemlich umfangreich, da in den einen Fällen komplizierte digitale Meßprinzipien für den Istwert verwendet werden; in anderen Fällen wird der Istwert in kleinste Einheiten aufgespalten, die in elektronischen Zählern gezählt werden, und dann wird der Zählerstand mit dem Sollwert verglichen.

Das Kennzeichen der Anordnung nach der Erfindung ist darin zu sehen, daß einerseits Mittel vorhanden sind, die den einen Wert (genannt Digitalwert) in digitaler Form darstellen und andererseits Mittel vorhanden sind, die den anderen Wert (genannt Analogwert) in analoger Form darstellen, die beide an einer Vergleichseinrichtung direkt beteiligt sind, wobei im Fall eines mehrstelligen Digitalwertes wenigstens ein Hilfs- wert für den Vergleich benützt wird.

Ein Ausführungsbeispiel und einige Ausführungsmöglichkeiten von Details der erfindungsgemäßen Anordnung sind in der Zeichnung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel mit einer Photozelle in der Vergleichseinrichtung,

Fig. 1a einen Schnitt durch Fig. 1,

Fig. 1b einen Schnitt durch ein Siebstück nach Fig. 1,

Fig. 1c eine Ansicht einer Blende nach Fig. 1a,

2

Fig. 2 einen Ausschnitt eines Lochstreifens passend zu Fig. 1 und Fig. 7,

Fig. 3 einen Ausschnitt eines Lochstreifens passend zu Fig. 6,

Fig. 4 einen Ausschnitt eines Lochstreifens mit von einem Digitalwert getrennt gespeicherten Hilfs- werten, Fig. 5 verschiedene Lochschemas,

Fig. 6 eine Ausführungsmöglichkeit zum Ableiten von Hilfs- werten unter Verwendung eines Teils der Vergleichseinrichtung nach Fig. 1,

Fig. 7 ein Schaltungspfad zu einer elektrischen Vergleichsschaltung,

Fig. 8 eine Änderung zu Fig. 7 für eine Ausführungsmöglichkeit, wo ein Digitalwert und Hilfs- werte nach dem Ableiten zusammen eine Information bilden,

Fig. 9 ein Ausschnitt eines Lochstreifens passend zu Fig. 8,

Fig. 10 eine Ausführungsmöglichkeit zum Ableiten von Hilfs- werten aus einem Analogwert,

Fig. 11 ein Umschaltkontakt zum Unterscheiden von Befehlssignalen und Vorbefehlssignalen.

In Fig. 1 und 2 wird ein Ausführungsbeispiel im Zusammenhang zur Durchführung von Sollwert-Istwert-Vergleichen dargestellt. Die Hauptteile der Anordnung sind: Schaltmittel 1, mechanische Schaltmittel 2 und eine Vergleichseinrichtung 3, in der Folge auch Vergleichsschaltung 3 genannt. Auf Grund von Hilfs- werten werden Stellorgane 4 gesteuert.

Ein Schlitten 5 einer Drehbank führt ein Werkzeug 6 (Drehstahl), das ein Werkstück bearbeitet. Eine Leit- spindel 7 verschiebt den Schlitten 5 hin und her, der eine festmontierte Gewindebuchse 8 trägt. Die Position des Schlittens 5 gegenüber einem Nullpunkt 9 ist durch den Istwert eines Abstandes 10 des Schlittens 5 vom Nullpunkt 9 bestimmt.

Das Werkstück kann automatisch nach einem Programm bearbeitet werden, wenn das Programm einer geeigneten Steuerung der Drehbank zugeführt wird, wobei die Steuerung eine Ausführung der Anordnung aufweist. Das Programm ist in Operationsphasen aufgeteilt

und enthält einerseits Bewegungsbefehle, wie z. B. Wahl von Drehzahl der Drehspindel, Vorschub (Vorschubgeschwindigkeit des Schlittens 5), Vorschubrichtung des Schlittens 5 (vorwärts, rückwärts), und andererseits Sollwerte des Abstandes 10. Durch die ersten Bewegungsbefehle des Programms wird die Drehbank in Bewegung gesetzt, womit sich der Schlitten 5 von einer alten Position in eine neue Position mit einem Istwert des Abstandes 10 bewegt, der dem Sollwert des Abstandes 10 der ersten Operationsphase entspricht. Zwischen dem Sollwert und dem Istwert, der sich durch die Bewegung des Schlittens 5 laufend ändert, wird ein Vergleich in der Anordnung durchgeführt, und bei einer Übereinstimmung von Soll- und Istwert wird durch die Anordnung ein Befehlssignal erzeugt; damit ist die erste Operationsphase abgeschlossen. Das Befehlssignal veranlaßt, daß statt der nicht mehr benötigten Bewegungsbefehle neue Bewegungsbefehle in die Steuerung eingegeben werden und statt des Sollwertes der ersten Operationsphase der Sollwert der zweiten Operationsphase mit dem Istwert verglichen wird. Dieser Zyklus wiederholt sich für jede Operationsphase bis ans Ende des Programms. Im Programm können auch Operationsphasen ohne einen Sollwert programmiert werden, wobei dann ein Befehlssignal auf Grund von ausgeführten Bewegungsbefehlen erzeugt wird. Dieser Fall liegt vor, wenn z. B. ein vom Schlitten 5 getrennter Einstechschlitten auf Grund eines Bewegungsbefehls automatisch einen fixen Einstich am Werkstück vornimmt und ein Endschalter das Befehlssignal beim Zurückgleiten (Einstich ausgeführt) des Einstechschlittens in die Ruhelage erzeugt. Eine zu der Verschieberichtung des Schlittens 5 senkrechte Verschieberichtung 11 des Werkzeugs 6 kann z. B. durch eine Kopierschablone und im Programm wählbare Anschläge gesteuert werden, so daß das Werkstück seine Form erhält. Die Verschieberichtung 11 kann auch mit Hilfe einer zweiten Anordnung gesteuert werden, deren Befehlssignale mit den Befehlssignalen der ersten Anordnung zusammen ein Programm steuern, indem z. B. ein Befehlssignal der ersten Anordnung nach einer Operationsphase veranlaßt, daß ein Sollwert eines Abstandes in der Verschieberichtung 11 mit dem Istwert dieses Abstandes verglichen wird. Werden mehrere gleiche Werkstücke hergestellt, so wird das gleiche Programm mehrmals in die Steuerung eingegeben.

Vor Beginn der Bearbeitung einer Werkstückserie wird die Position des Nullpunktes 9 an der Drehbank festgelegt, damit das Werkzeug 6 die richtige Ausgangslage zu den Werkstücken hat. Stehen die Schaltmittel 2 in der Nullstellung (die Nullstellung der Schaltmittel 2 wird später näher erläutert) und ist der Schlitten 5 im gewünschten Nullpunkt, d. h. der Abstand 10 ist null, so wird eine Kupplung 12 eingerückt und damit ein Getriebe 13 fest mit der Leitspindel 7 gekuppelt. Die Kupplung 12 bleibt so lange eingerückt, als der Nullpunkt 9 beibehalten wird. Wird später ein neuer Nullpunkt gewünscht, so fährt man mit dem Schlitten 5 zuerst in den alten Nullpunkt 9, damit die Schaltmittel 2 in der Nullstellung stehen und rückt dann die Kupplung 12 aus, fährt mit dem Schlitten 5 in den neuen Nullpunkt und rückt die Kupplung 12 wieder ein. Die Leitspindel 7 ist in der Nullstellung, wenn sich der Schlitten 5 in einem gewählten Nullpunkt befindet.

Bewegt sich der Schlitten 5 vom Nullpunkt 9 weg, so ist der Drehwinkel der Leitspindel 7 und der Kupplung 12 von der Nullstellung aus proportional zum Ist-

wert des Abstandes 10. Die Leitspindel 7 treibt eine Welle 14 über die eingerückte Kupplung 12 und das Getriebe 13. Die Übersetzung des Getriebes 13 wird so gewählt, daß die Welle 14, z. B. im vorliegenden Fall, eine halbe Umdrehung macht für eine Änderung des Istwertes um 10 mm. Der Istwert, ein Analogwert, wird somit durch den Drehwinkel der Welle 14 von der Nullstellung aus in analoger Form dargestellt.

Der Sollwert des Abstandes 10 zu einer Operationsphase bildet eine sogenannte Information und wird auf einem Lochstreifen 15 (Fig. 1 und 2), d. h. einem Informationsträger mit Transportlöchern 16, programmiert. Der Sollwert, ein Digitalwert, beträgt zum Beispiel 482 mm und wird im Dezimalsystem mit drei Stellen dargestellt. Zum einfacheren Verständnis werden Sollwerte mit einem Auflösungsvermögen von 1 mm und drei Stellen erläutert, es ist jedoch auch ein Auflösungsvermögen von z. B. $\frac{1}{100}$ mm bei einer entsprechenden Übersetzung des Getriebes 13 möglich.

Um die Beschreibung der Anordnung leichter verständlich zu gestalten, wird folgendes festgelegt: Von einem Digitalwert bzw. Sollwert (z. B. 482 mm) wird die Stelle der Einer (Ziffer 2) als die 1. Stelle bzw. die kleinste Stelle bezeichnet, da es sich um die Stelle mit der kleinsten Einheit handelt. Die Stelle der Zehner (Ziffer 8) wird als die 2. Stelle bezeichnet. Die Stelle der Hunderter (Ziffer 4) wird als die 3. Stelle bzw. die größte Stelle bezeichnet, da es sich um die Stelle mit der größten Einheit handelt. Wenn in der Beschreibung das Wort «Stelle» bzw. «Stellen» vorkommt, so ist damit immer eine Stelle bzw. mehrere Stellen des Digitalwertes bzw. Sollwertes gemeint.

Beim Programmieren wird der Sollwert mittels einer Lochung im Lochstreifen 15 dargestellt, indem nach einem Lochschema A (Fig. 5) für jede Ziffer ein Loch in den Lochstreifen 15 gestanzt wird. Das Lochschema A zeigt schematisch die Position der Löcher für die verschiedenen Ziffern einer Stelle nach einem «1-von-10»-Code (Code mit einem gestanzten Loch von zehn möglichen Löchern), wobei die Transportlöcher 16 und der nicht benützte Teil des Lochstreifens 15 weggelassen wurden. In Fig. 2 wird die Lochung für den Sollwert 482 mm auf dem Lochstreifen 15 gezeigt, der fünf Spuren aufweist. Die Positionen der nicht gestanzten Löcher des Stückes Lochstreifen 15 zum Sollwert 482 mm sind mit Punkten markiert. Jede Stelle beansprucht gemäß Lochschema A zwei Lochstreifenzeilen, also für den ganzen Sollwert sechs aufeinanderfolgende Zeilen. Die Lochung für die drei Stellen ist in der gleichen Reihenfolge wie die der drei Ziffern des Sollwertes angeordnet.

Der Lochstreifen 15 wird in Richtung 17 (Fig. 1) schrittweise durch die Vergleichsschaltung 3 transportiert, damit wird die Lochung für den Sollwert in die Vergleichsschaltung 3 unter ein Siebstück 18 eingegeben. Vor der Eingabe der Lochung in einen Schritt unter das Siebstück 18 wird die Lochung in einer Leseeinrichtung 19 abgetastet. Die Leseeinrichtung 19 ist als Block in Fig. 1 eingezeichnet und kann z. B. mit Bürstenkontakten oder mit Photozellen bestückt sein, um die Lochung abzutasten.

Die Leseeinrichtung 19 untersucht jede Stelle, mit Ausnahme der größten Stelle, ob eine Ziffer 0, 1, 2, 3 oder 4 bzw. 5, 6, 7, 8 oder 9 programmiert ist. Aus den Ziffern 0–4 wird ein Hilfswert 0 und aus den Ziffern 5–9 ein Hilfswert 1 abgeleitet. Die Hilfswerte erhalten die Bezeichnung der nächstgrößeren Stelle, als

aus der sie abgeleitet wurden. Im Beispiel wird aus der 1. Stelle (Ziffer 2) der 2. Hilfswert O und aus der 2. Stelle (Ziffer 8) der 3. Hilfswert L abgeleitet. Aus der 3. Stelle (Ziffer 4) wird kein Hilfswert abgeleitet, auch wird kein 1. Hilfswert abgeleitet.

Zwei gleiche Stellorgane 4 (Fig. 1a), die von den Schaltmitteln 1 und 2 separat angeordnet sind, werden auf Grund der Hilfswerte gesteuert. Jedes Stellorgan 4 weist einen Elektromagnet 20 bzw. 21 mit einem Anker 22, eine Blende 23 bzw. 24, eine Feder 25 und zwei Ankeranschlüsse 26 auf. In Fig. 1a ist ein Stellorgan 4 ganz und wird vom anderen nur der Elektromagnet 21 und die Blende 24 dargestellt, ferner in Fig. 1c eine Ansicht von oben der Blende 23 bzw. 24. Die Blenden 23 und 24 werden in einem Schlitz des Siebstückes 18 geführt, so daß sie sich innerhalb eines Weges bewegen können, der durch die Ankeranschlüsse 26 begrenzt ist. Die Feder 25 sorgt für eine eindeutige Position der Blende 23, wenn der Elektromagnet 20 nicht erregt ist.

Eine Stromquelle erzeugt zwischen + und - eine Spannung. Zwangsläufige Umschaltkontakte 27a und 27b werden kurz vor der Eingabe der Lochung in die Vergleichsschaltung 3 impulsartig umgelegt, damit wird der Elektromagnet 20 bzw. 21 von der Leseeinrichtung 19 her über Klemmen a und c bzw. b und d für einen Hilfswert L erregt und für einen Hilfswert O nicht. Wenn die Kontakte 27a und 27b wieder in die Ruhestellung zurückkehren, so erhält der erregte Elektromagnet 20 bzw. 21 über einen eigenen Kontakt 20a bzw. 21a und eine Klemme e bzw. f Selbsthaltung, die er beim nächsten Umliegen der Kontakte 27a und 27b kurz vor der Eingabe einer neuen Lochung wieder verliert. Der Elektromagnet 20 und die Blende 23 werden auf Grund des 3. Hilfswertes gesteuert. Der Elektromagnet 21 und die Blende 24 werden auf Grund des 2. Hilfswertes gesteuert. Die Eingabe der Lochung unter das Siebstück 18 erfolgt, nachdem die Kontakte 27a und 27b wieder in die Ruhestellung zurückgekehrt sind.

Die Schaltmittel 1 (Fig. 1 und 2) weisen das Stück Lochstreifen 15 auf, das mittels der Lochung den Sollwert des Abstandes 10 in digitaler Form darstellt und unter dem Siebstück 18 steht. Das Material des Lochstreifens 15 soll möglichst lichtundurchlässig sein.

Das Siebstück 18 enthält zur 1. Stelle 10 Kanäle 28 (Fig. 1b, Schnitt Q-Q) und zur 2. und 3. Stelle 20 Kanäle 29 (Fig. 1, 1a, Schnitt P-P), die im oberen Teil des Siebstückes 18 je zwei getrennte Mündungshälften besitzen. Die Positionen der unteren Kanalöffnungen 30 zu den Kanälen 28 und 29 stimmen mit den Positionen der möglichen Löcher einer eingegebenen Lochung überein. Um einzelne Kanäle 28 und 29 und später weitere Teile auf einfache Weise näher zu bezeichnen, werden diese Teile als zu einer Stelle bzw. Ziffer eines Sollwertes zugehörig beschrieben und teilweise in der Zeichnung mit kleinen unterstrichenen Ziffern versehen, wenn sie mit der eingegebenen möglichen Lochung für diese Stelle bzw. Ziffer in einer gewissen Beziehung stehen. Die oberen Kanalöffnungen 31 (Fig. 1b) zu den Kanälen 28 zur 1. Stelle sind so groß wie eine Hälfte der oberen Kanalöffnungen 32 (Fig. 1a) zu den Kanälen 29 zur 2. und 3. Stelle. Die Zentren der oberen Kanalöffnungen 31 und 32 haben in Richtung längs einer Achse 33 (Fig. 1) die gleichen Abstände wie die Zentren der unteren Kanalöffnungen 30. Von der Achse 33 aus betrachtet, sind die Zentren der Kanalöffnungen

31 und 32 zu den Ziffern 0-4 bzw. 5-9 um 18° versetzt.

Die Blende 23 bzw. 24 schließt immer die eine oder andere Hälfte der Kanalöffnungen 32 zur 3. bzw. 2. Stelle gegen die Kanäle 29 hin ab, und zwar die rechte Hälfte (Fig. 1a, Schnitt P-P), wenn der zugehörige Elektromagnet 20 bzw. 21 nicht erregt ist.

Die Schaltmittel 2 weisen zwei Umlaufgetriebe 34 und 35 mit feststehenden innenverzahnten Zahnrädern 34a und 35a, drei Wellen 14, 36 und 37 mit je einer Gruppe von vier Schaltarmen 38, 39 und einer Abdeckung 40 an jedem Schaltarm 38 und 39 auf. Die Welle 14 mit einem montierten Zahnrad 34b treibt über ein Umlaufzahnrad 34c die Hohlwelle 36, die um die Welle 14 rotiert. Die Hohlwelle 36 mit einem montierten Zahnrad 35b treibt über ein Umlaufzahnrad 35c die Hohlwelle 37, die um die Hohlwelle 36 rotiert. Die Untersetzungen der Umlaufgetriebe 34 und 35 sind so gewählt, daß der Drehwinkel der Welle 36 zehnmal kleiner als der Drehwinkel der Welle 14 ist bzw. der Drehwinkel der Welle 37 zehnmal kleiner als der Drehwinkel der Welle 36 ist. Auf den Wellen 14, 36 und 37 sitzen je zwei einander gegenüberliegende Schaltarme 38 und zwei einander gegenüberliegende Schaltarme 39. Die Schaltarme 38 und 39 sind gegeneinander um 90° versetzt. Die Schaltarme 38 und 39 tragen die Abdeckungen 40, die etwas größer als zwei Hälften einer Kanalöffnung 32 sind, und bewegen sich beim Rotieren der Wellen 14, 36 und 37 möglichst dicht über das Siebstück 18. Die Abdeckungen 40 der Welle 14 rotieren über den Kanälen 28 zur 1. Stelle des Sollwertes, die der Welle 36 über den Kanälen 29 zur 2. Stelle und die der Welle 37 über den Kanälen 29 zur 3. Stelle. Die Abdeckungen 40 auf den Schaltarmen 38 rotieren über den Kanälen 28 oder 29 zu den Ziffern 0-4 einer Stelle und die auf den Schaltarmen 39 über den Kanälen 28 oder 29 zu den Ziffern 5-9 einer Stelle. Die Abdeckungen 40 rotieren bei größer werdendem Istwert im Gegenuhrzeigersinn (Fig. 1a, Schnitt P-P) und bei kleiner werdendem Istwert im Uhrzeigersinn.

Es wirkt sich vorteilhaft aus, daß bei kontinuierlich änderndem Istwert die Schaltmittel 2 kontinuierlich rotieren und sich eine geringe mechanische Abnutzung ergibt.

Die Schaltmittel 2 befinden sich in der Nullstellung, wenn durch die entsprechenden Abdeckungen 40 gleichzeitig je eine Hälfte der Kanalöffnungen 32 zu den Ziffern 0 und 9 der 2. und 3. Stelle (wie im Schnitt P-P eingezeichnet) und die ganze Kanalöffnung 31 zur Ziffer 0 der 1. Stelle abgedeckt wird.

Jeder Drehwinkel (bezogen auf die Nullstellung) der Wellen 14, 36 und 37 stellt den Istwert des Abstandes 10 in analoger Form dar. Für jeden Istwert des Abstandes 10 erhalten die Schaltarme 38 und 39 auf Grund der Drehwinkel eine bestimmte Position. Diese für einen Istwert charakteristische Position der drei Gruppen von Schaltarmen 38 und 39 gegenüber dem Siebstück 18 wird in der Vergleichsschaltung 3 mit der Lochung für den Sollwert unter Benützung der Hilfswerte verglichen.

Die Vergleichsschaltung 3 weist eine Lichtquelle 41 auf sowie eine Photozelle 42, ein Gehäuse 43 und das Siebstück 18. Weiter sind an der Vergleichsschaltung 3 direkt beteiligt die schaltenden Mittel: Die Schaltmittel 1, die Schaltmittel 2 mit den Schaltarmen 38 und 39 und den Abdeckungen 40, die Stellorgane 4 mit den Blenden 23 und 24. Die Lichtquelle 41 und das Ge-

häuse 43 sind so ausgebildet, daß eine möglichst gute Beleuchtung ohne störende Schatten auf die Kanalöffnungen 31 und 32 entsteht, so daß nur die durch Abdeckungen 40 direkt abgedeckten Kanalöffnungen 31 und 32 kein Licht erhalten. Zu diesem Zweck werden die Innenwände des Gehäuses 43 als Spiegel ausgebildet, so daß die nicht abgedeckten Kanalöffnungen 31 und 32 von verschiedenen Seiten her beleuchtet werden, wobei von diesen Seiten her die Lichtzufuhr nicht gleichzeitig unterbrochen werden kann, z. B. durch Schaltarme 38 und 39. Die Wände der Kanäle 28 und 29 werden auch möglichst gut spiegelnd ausgeführt, um das Licht gut durch die Kanäle 28 und 29 zu leiten.

Die Lochung für den Sollwert öffnet für jede Stelle eine Kanalöffnung 30 für den Lichtaustritt. Gelangt Licht durch durchgehend geöffnete Kanäle 28 und 29, so erhält die Photozelle 42 Licht. Das Licht ruft in der Photozelle 42 einen elektrischen Strom hervor, der zu einem Kippverstärker 44 geleitet wird. Solange Soll- und Istwert nicht übereinstimmen, wird die Photozelle 42 belichtet, und ein Relais 45 bleibt durch den Kippverstärker 44 unerregt, auch wenn sich unterdessen der Istwert laufend ändert.

Werden die drei durch die Lochung auf der unteren Seite geöffneten Kanäle 28 und 29 auf der oberen Seite durch entsprechende Abdeckungen 40 und Blenden 23 und 24 gleichzeitig abgedeckt, so strahlt kein Licht auf die Photozelle 42, und das Relais 45 wird erregt. Derart ist die Position der drei Gruppen von Schaltarmen 38 und 39 mit den Abdeckungen 40 auf Grund des Istwertes, wenn Soll- und Istwert übereinstimmen. Das Relais 45 trägt einen Kontakt 45a, der durch das erregte Relais 45 geschlossen wird, womit ein Befehlssignal erzeugt wird. Das Befehlssignal wird über einen geschlossenen Kontakt 46a als Steuerspannung zwischen Klemmen g und h an die Steuerung des Drehbanks ausgegeben. Der Kontakt 46a wird zum Unterdrücken von unerwünschten Befehlssignalen geöffnet, während die Stellorgane 4 gestellt werden und die Eingabe der Lochung in die Vergleichsschaltung 3 erfolgt. Die Übereinstimmung von Soll- und Istwert ist natürlich mit einem kleinen Fehler behaftet, ähnlich wie bei einer Meßeinrichtung. Das Befehlssignal wird wie bereits erläutert, verwendet. Die Lochung wird durch die Eingabe einer Lochung für einen neuen Sollwert aus der Vergleichsschaltung 3 herausgezogen.

Die Hilfswerte haben die Aufgabe, einen einwandfreien Vergleich zu erzielen. Ohne Verwendung von Hilfswerten und der Blenden 23 und 24 könnten bei gewissen Sollwerten die drei durch die Lochung auf der unteren Seite geöffneten Kanäle 28 und 29 nie gleichzeitig für den Lichtdurchtritt vollständig gesperrt werden, speziell wenn die 1. oder 2. Stelle eine Ziffer 0 oder 9 aufweist. Wenn z. B. der Kanal 28 zur Ziffer 9 der 1. Stelle durch eine Abdeckung 40 vollständig abgedeckt ist, so sind zwei Kanäle 29 zur 2. Stelle nur rund zur Hälfte abgedeckt, deshalb kann in diesem Fall kein Kanal 29 zur 2. Stelle ohne die Blende 24 vollständig abgedeckt werden. Eine Vergrößerung der Abdeckungen 40 würde diesem Umstand nicht Abhilfe schaffen, da dann Befehlssignale erzeugt werden könnten, auch wenn Soll- und Istwert nicht übereinstimmen.

Bei ungünstigen technischen Verhältnissen der Photozelle 42, z. B. Verhältnis Hell- zu Dunkelstrom usw., können anstatt der Photozelle 42 mehrere kleinere Photozellen angeordnet werden, die über Verstärker und Relais Teilbefehlssignale erzeugen. Diese Teilbe-

fehlssignale werden in einer logischen Verknüpfung verknüpft, aus der dann das Befehlssignal gewonnen wird. Eine Ausführungsmöglichkeit mit solchen Merkmalen ist in Fig. 6 ersichtlich, die jedoch aus anderen Gründen so gestaltet ist.

Das Ableiten der Hilfswerte aus dem Digitalwert bzw. Sollwert kann auch unter Verwendung eines Teiles der Vergleichsschaltung 3 erfolgen, wobei auf die Leseeinrichtung 19 verzichtet wird. In Fig. 6 ist diese Ausführungsmöglichkeit dargestellt. Die Änderung der Ausführung nach Fig. 1 und 1a ist im folgenden näher beschrieben. Die Photozelle 42 (Fig. 1), der Kippverstärker 44 und das Relais 45 werden durch sechs Photozellen 47–52 (Fig. 6), sechs Kippverstärker 53 und sechs Relais 54–59 ersetzt. Die Leseeinrichtung 19 wird an den Klemmen a und b abgetrennt und dafür eine Klemme e_1 (Fig. 6) mit der Klemme e (Fig. 1a) und eine Klemme f_1 mit der Klemme f verbunden. Statt der Kontakte 45a, 46a und der Klemme g werden sieben Kontakte 54a–60a und eine Klemme g_1 verwendet. Die sechs Photozellen 47–52 werden am Platz der Photozelle 42 montiert, und zwar die Photozelle 47 zu den Ziffern 0–4 der 3. Stelle, 48 zu den Ziffern 5–9 der 3., 49 zu den Ziffern 0–4 der 2., 50 zu den Ziffern 5–9 der 2., 51 zu den Ziffern 0–4 der 1. und 52 zu den Ziffern 5–9 der 1. Stelle. Der Lochstreifen 15 wird durch einen Lochstreifen 61 (Fig. 3 und 6) ersetzt, wo zusätzlich zur Lochung für den Sollwert 482 mm nach Fig. 2 in den freien Zeilen zwei sogenannte Blindlöcher 62 (Fig. 3) gestanzt sind, die über den Sollwert nichts aussagen. Die Blindlöcher 62 haben die Aufgabe, daß zu jeder Stelle eine der beiden Photozellen 47 oder 48 bzw. 49 oder 50 bzw. 51 oder 52 nach Eingabe der Lochung dauernd belichtet wird, damit keine falschen Teilbefehlssignale erzeugt werden. Die Kontakte 27a und 27b werden bei dieser Ausführungsmöglichkeit während der Eingabe der Lochung impulsartig umgelegt, damit die Elektromagnete 20 und 21 nicht erregt sind. Die Hilfswerte werden nach der Eingabe der Lochung bei änderndem Istwert erst sukzessive bekannt.

Angenommen, der Sollwert betrage 482 mm, der Istwert betrage anfänglich 255 mm und werde nach der Eingabe der Lochung laufend größer. Beim Istwert 255 mm sind sämtliche Photozellen 47–52 belichtet, und die Kippverstärker 53, die durch die Photozellen 47–52 gesteuert werden, erregen die Relais 54–59 nicht. Bei einem Istwert 262 mm wird das Relais 58 erregt, da die Photozelle 51 nicht mehr belichtet wird, weil eine Abdeckung 40 den Kanal 28 zur Ziffer 2 der 1. Stelle abdeckt. Zieht das Relais 58 auf, so heißt das, daß aus der 1. Stelle des Sollwertes der 2. Hilfswert 0 abgeleitet wird. Bei einem Istwert etwa 263 mm fällt das Relais 58 wieder ab. Bei einem Istwert etwa 280 mm zieht in gleicher Weise das Relais 57 auf, was bedeutet, daß aus der 2. Stelle der 3. Hilfswert L abgeleitet wird. Bei einem Istwert etwa 285 mm fällt das Relais 57 wieder ab. Aus der betreffenden Stelle wird ein Hilfswert 0 abgeleitet, wenn das Relais 56 bzw. 58 aufzieht, und ein Hilfswert L, wenn das Relais 57 bzw. 59 aufzieht. Das Relais 57 bzw. 59 besitzt einen Kontakt 57b bzw. 59b, womit bei aufgezo- genem Relais 57 bzw. 59 der Elektromagnet 20 bzw. 21 erregt wird. Die erregten Elektromagnete 20 und 21 erhalten anschließend über die Kontakte 20a bzw. 21a Selbsthaltung bis zur nächsten Eingabe einer Lochung für einen Sollwert. Jeder der Kontakte 54a–59a kann ein

Teilbefehlssignal erzeugen. Die Kontakte 54a–59a sind miteinander zum Erzeugen von Befehlssignalen logisch verknüpft. Bei einem Istwert 482 mm sind die in Serie geschalteten Kontakte 54a, 57a und 58a geschlossen und erzeugen so das Befehlssignal, da die entsprechenden Photozellen 47, 50 und 51 nicht mehr beleuchtet sind. Die Kontakte 55a, 56a und 59a werden wegen den Blindlöchern 62 nicht geschlossen. Eine Schalteinheit 60 mit dem Kontakt 60a unterdrückt die Ausgabe von unerwünschten Befehlssignalen zwischen den Klemmen g_1 und h , indem der Kontakt 60a kurz vor der Eingabe der Lochung öffnet und während dem Vergleich nach dem ersten Aufziehen eines Relais 58 oder 59 verzögert schließt. Das Schließen des Kontaktes 60a erfolgt verzögert, damit in allen Fällen alle Stellorgane 4 richtig gestellt sind, bevor ein Befehlssignal ausgegeben wird.

In einer weiteren Ausführungsmöglichkeit beeinflussen die Hilfswerte bestimmte analoge Darstellungen des Analogwertes der Schaltmittel 2 statt die Positionen der Blenden 23 und 24, um die Funktion der Hilfswerte zu erfüllen. Zu diesem Zweck werden in der Ausführung nach Fig. 1 und 1a die Blenden 23 und 24 entfernt und statt des Siebstücks 18 mit 10 Kanälen 28 und 20 Kanälen 29 ein ähnliches Siebstück mit 30 Kanälen 28 verwendet. Ferner werden die innenverzahnten Zahnräder 34a und 35a der Umlaufgetriebe 34 und 35, statt festsitzend, um die Achse 33 drehbar gelagert und mit den Ankern 22 durch Gestänge verbunden, so daß das innenverzahnte Zahnrad 35a bzw. 34a durch den Elektromagnet 20 bzw. 21 um einen bestimmten Drehwinkel um die Achse 33 gedreht werden kann. Die Zahnräder 34a und 35a können z. B. in Nadellager gelegt werden, für die sie als Lagerinnenringe gelten. Die Ankeranschläge 26 und die Federn 25 sorgen in äquivalenter Weise für eine eindeutige Position der Zahnräder 34a und 35a. Der Drehwinkel der Zahnräder 34a und 35a wird so groß gewählt, daß bei fixem Istwert durch das Schalten des Elektromagneten 20 bzw. 21 die Welle 37 bzw. 36 sich um 9° dreht. Auf Grund der Hilfswerte werden die Elektromagnete 20 und 21 gesteuert, und damit die Drehwinkel der Wellen 36 und 37 beeinflusst, indem der Drehwinkel der Welle 36 bzw. 37 für den entsprechenden Hilfswert O um $4,5^\circ$ vergrößert und für den entsprechenden Hilfswert L um $4,5^\circ$ verkleinert wird. Durch die Beeinflussung des Drehwinkels der Welle 36 auf Grund des 2. Hilfswertes ergibt sich ein kleiner Fehler von $\pm 0,45^\circ$ für den Drehwinkel der Welle 37, der aber vernachlässigbar klein ist. Die gleiche Aufgabe kann auch auf andere Weise gelöst werden, indem z. B. die Wellen 36 und 37 zwischen den Getrieben 34 bzw. 35 und den zugehörigen Schaltarmen 38 und 39 in zwei Teile geteilt werden, die sich je nach Hilfswert um die 9° gegeneinander verdrehen lassen.

Die Ausführung der Anordnung kann auch so konstruiert werden, daß anstatt Licht eine andere Strahlung geschaltet wird, wobei die Lichtquelle 41 durch einen anderen Strahlungserzeuger und die Photozelle 42 durch eine passende Strahlungsmeßzelle ersetzt werden. Statt Licht durch Abdeckungen 40 von bestimmten Orten fernzuhalten (Ruhestromprinzip), können natürlich auch einzelne Lichtstrahlen mittels Spiegeln in bestimmte Richtungen geleitet und damit eine Vergleichsschaltung aufgebaut werden (Arbeitsstromprinzip). Es sind auch Schaltmittel mit hauptsächlich geradlinigen Bewegungen denkbar, die dieselbe Funktion ausüben wie

die Schaltmittel 2 mit kreisförmigen Drehbewegungen, z. B. Abdeckungen, die schieberartig bewegt werden, wie die Blenden 23 und 24.

Die Vergleiche können auch unter Verwendung pneumatischer Mittel durchgeführt werden, indem z. B. im Gehäuse 43 ein Unterdruck erzeugt, und in die Wand des Gehäuses 43 ein Membranschalter eingebaut wird. Im Gehäuse 43 kann sich nur ein kleiner Unterdruck aufbauen, solange durch einen durchgehend geöffneten Kanal 28 oder 29 Luft in das Gehäuse 43 strömen kann. Statt des Kontaktes 45a erzeugt der Membranschalter das Befehlssignal, wenn infolge aller abgedeckten Kanäle 28 und 29 der Unterdruck genügend groß ist.

Statt der mit Licht arbeitenden Vergleichsschaltung 3 kann eine elektrische Vergleichsschaltung verwendet werden. Ein Ausschnitt einer elektrischen Vergleichsschaltung ist in Fig. 7 gezeichnet, wobei nur ein Schaltungspfad in Verbindung zur 3. Stelle dargestellt ist. Die Vergleichsschaltung 3 (Fig. 1 und 1a), der Kippverstärker 44, das Relais 45 und der Kontakt 45a werden durch drei Schaltungspfade ersetzt. Ein Lochstreifen 63 weist dieselbe Form und Lochung für den Sollwert 482 mm auf, wie in Fig. 2 dargestellt. Für diese Ausführungsmöglichkeit besteht der Lochstreifen 63 aus elektrischem Isoliermaterial. Das Stück Lochstreifen 63 (Fig. 7) zur 3. Stelle wird von zehn Bürsten 64 abgetastet, die gegenüber einer Kontaktplatte 65 sitzen. Der Lochstreifen 63 und die Kontaktplatte 65 ist in Fig. 7 aus Gründen der Darstellung in zwei Schnitten eingezeichnet. An der Kontaktplatte 65 ist eine Klemme i angeschlossen. Mit jeder Bürste 64 ist die mittlere Kontaktfeder eines Umschaltkontaktes 66 verbunden, an dessen äußeren Kontaktfedern je eine Kontaktlamelle 67 angeschlossen ist. Auf der Welle 37 sind statt der zwei Schaltarme 38 zwei Schaltarme 68, statt der Schaltarme 39 zwei Schaltarme 69 montiert. Statt der Abdeckungen 40 werden Kontakte 70 verwendet. Die Kontakte 70 streichen bei größer werdendem Istwert im Gegenuhrzeigersinn und bei kleiner werdendem Istwert im Uhrzeigersinn über die Kontaktlamellen 67. Die Kontakte 70 sind über Schleifringe 71 und Bürsten 72 mit einer Klemme k elektrisch verbunden. Der Elektromagnet 20 und die Feder 25 schalten die zehn Umschaltkontakte 66, wie bisher die Blende 23 geschaltet wurde. Für den nicht erregten Elektromagnet 20 befinden sich die Umschaltkontakte 66 in der gezeichneten Lage. In Verbindung zur 2. Stelle ist ein gleicher Schaltungspfad vorhanden, wobei die Schaltarme 68 und 69 jedoch auf der Welle 36 montiert sind, die zehn Umschaltkontakte 66 vom Elektromagnet 21 betätigt werden und die zehn Bürsten 64 das Stück Lochstreifen 63 zur 2. Stelle abtasten. Ein ähnlicher Schaltungspfad ist zur 1. Stelle vorhanden, die Schaltarme 68 und 69 sind auf der Welle 14 montiert, und die zehn Bürsten 64 tasten das Stück Lochstreifen 63 zur 1. Stelle ab, wobei jedoch die zehn Umschaltkontakte 66 fehlen und dafür je die zwei Kontaktlamellen 67 zu jeder Ziffer mit der entsprechenden Bürste 64 leitend verbunden sind, wie dies mit einer Verbindung 73 (Fig. 7) an einem Ort angegeben ist. Die drei Schaltungspfade zu den drei Stellen werden über die Klemmen i und k in Serie geschaltet und anstatt des Kontaktes 45a zwischen $+$ und den Kontakt 46a in Serie angeschlossen. Werden alle drei Schaltungspfade für einen Stromdurchgang geschlossen, so ist damit dieselbe Funktion erreicht, wie wenn der Kontakt 45a geschlos-

sen wird. Bei Übereinstimmung von Soll- und Istwert wird das Befehlssignal erzeugt, da die Schaltarme 68 und 69 gegenüber den Kontaktlamellen 67 für jeden Istwert des Abstandes 10 die gleiche Position einnehmen, wie die Schaltarme 38 und 39 gegenüber den Kanalöffnungen 31 und 32, wobei je zwei Kontaktlamellen 67 zu einer Ziffer einer Kanalöffnung 31 oder 32 entsprechen.

Eine andere Ausführungsmöglichkeit besteht darin, daß Schaltungspfade aufgebaut werden, die den Magnetfluß leiten; die elektrischen Leiter der Schaltungspfade nach Fig. 7 werden dann in entsprechender Weise durch magnetische Leiter ersetzt. Der Magnetfluß kann z. B. mittels eines Permanentmagneten erzeugt und das Befehlssignal mit Hilfe einer Hallsonde erhalten werden. Oder die drei Schaltungspfade werden zu einem Magnetkreis einer Spule geschlossen, wobei die Induktivität der Spule laufend gemessen wird. Die Induktivität ändert sich bei änderndem Istwert und gleichem Sollwert und erreicht ein Maximum bei gleichem Soll- und Istwert, worauf das Befehlssignal erzeugt wird.

Selbstverständlich kann ein elektrischer bzw. magnetischer Schaltungspfad zu einem Strom- bzw. Magnetkreis geschlossen werden, der ein Teilbefehlssignal erzeugt. Die Teilbefehlssignale von mehreren Schaltungspfad werden dann zum Befehlssignal logisch verknüpft.

Die Ausführung der Anordnung kann auch so ausgelegt werden, daß der Digitalwert bzw. Sollwert und die Hilfswerte nach dem Ableiten zwei getrennte Informationen bilden, die in einem oder mehreren Informationsträgern gespeichert werden. Dazu werden z. B. beim Stanzen eines Lochstreifens 74 (Fig. 4) mit sechs Spuren die Hilfswerte aus dem Sollwert abgeleitet und als vom Sollwert getrennte Information in den Lochstreifen 74 gestanzt. Das Ableiten kann durch einen Programmierer von Hand oder durch eine Einrichtung vorgenommen werden. Für den Sollwert 482 mm ohne die Hilfswerte ist die Lochung des Lochstreifens 74 gleich wie in Fig. 2, ein zusätzliches Loch 75 liefert die Information: 3. Hilfswert L. Ein Loch 76 würde die Information: 2. Hilfswert L, liefern. Für die Hilfswerte O wird kein Loch gestanzt. Bei dieser Ausführungsmöglichkeit wird auf die Leseeinrichtung 19, die Kontakte 20a, 21a, 27a und 27b verzichtet, jedoch ähnlich der Kontaktplatte 65 und Bürsten 64 wird eine Kontaktplatte und zwei Bürsten verwendet. Dazu werden die beiden Bürsten so montiert, daß während dem Vergleich der Lochstreifen 74 an der Position des Loches 75 durch die eine und an der Position des Loches 76 durch die andere Bürste dauernd abgetastet wird. Die Kontaktplatte wird mit +, die Bürste zum Loch 75 (3. Hilfswert) mit der Klemme c und die Bürste zum Loch 76 (2. Hilfswert) mit der Klemme d verbunden. Durch das Loch 75 bzw. 76 macht die entsprechende Bürste mit der Kontaktplatte Kontakt und auf Grund des entsprechenden Hilfswertes wird der Elektromagnet 20 bzw. 21 erregt. Die Hilfswerte können selbstverständlich auch auf einem vom Lochstreifen 15 getrennten Informationsträger gespeichert werden, der mit dem Lochstreifen 15 synchronisiert wird.

Es wird eine weitere Ausführungsmöglichkeit gezeigt, wo der Digitalwert bzw. Sollwert und die Hilfswerte nach dem Ableiten zusammen eine Information bilden, die in einem Lochstreifen 77 (Fig. 9) gespeichert wird. In diesem Fall leitet ein Programmierer oder eine Einrichtung die Hilfswerte ab und dann wird

auf Grund der Hilfswerte die Codierung der Ziffern des Sollwertes beeinflußt, so daß verschiedene Teile für die Verarbeitung der Hilfswerte, z. B. die Stellorgane 4, nicht benötigt werden. Zu diesem Zweck beeinflußt der 2. Hilfswert die Codierung der Ziffer der 2. Stelle und der 3. Hilfswert beeinflußt die Codierung der Ziffer der 3. Stelle. In Fig. 5 ist dazu ein Lochschema B angegeben; für eine Ziffer und den Hilfswert, der die Codierung dieser Ziffer beeinflußt, wird ein Loch gestanzt. Jede Ziffer des Sollwertes, mit Ausnahme der Ziffer der 1. Stelle, erhält zwei Codierungsmöglichkeiten, eine wenn der beeinflussende Hilfswert O und eine wenn der beeinflussende Hilfswert L vorhanden ist. Die Löcher sind mit der Ziffer und dem Hilfswert bezeichnet, z. B. 4/L. Aus Gründen der Vereinheitlichung wird die Codierung der Ziffer der 1. Stelle so vorgenommen, wie wenn immer ein bestimmter «1. Hilfswert» vorhanden wäre, z. B. «1. Hilfswert O»; sie könnte jedoch auch nach Lochschema A vorgenommen werden, wenn eine Ausführung zur 1. Stelle dem Lochschema A entspricht. In Fig. 9 ist die Lochung des Lochstreifens 77 nach Lochschema B für den Sollwert 482 mm und die abgeleiteten Hilfswerte ersichtlich, wobei für die Codierung der Ziffer der 1. Stelle der «1. Hilfswert O» angenommen ist.

An Hand einer Änderung (Fig. 8) des Schaltungspades nach Fig. 7 wird die Funktion dieser Ausführungsmöglichkeit näher erläutert. In Fig. 8 ist nur die eine Hälfte der Änderung des Schaltungspades nach Fig. 7 dargestellt, für die andere Hälfte wird die Änderung entsprechend gleich vorgenommen. Der Lochstreifen 63 und die zehn Bürsten 64 werden durch den Lochstreifen 77 und 20 Bürsten 78 ersetzt. Die 20 Bürsten 78 sitzen gegenüber der Kontaktplatte 65. Jede Bürste 78 wird mit einer Kontaktlamelle 67 direkt verbunden und dabei auf die Umschaltkontakte 66 verzichtet. Von den 20 Bürsten 78 wird durch die Lochung des Lochstreifens 77 nur eine bestimmte Bürste 78 mit der Kontaktplatte 65 in Kontakt gebracht und somit eine bestimmte Kontaktlamelle 67 mit der Kontaktplatte 65 leitend verbunden. Damit ist dieselbe Wirkung erzielt wie im Schaltungspfad nach Fig. 7, wo durch die Lochung des Lochstreifens 63 die Kontaktplatte 65 mit einer bestimmten Bürste 64 und diese Bürste 64 über den zugehörigen gesteuerten Umschaltkontakt 66 mit der gleichen Kontaktlamelle 67 ebenfalls leitend verbunden wird. Mit anderen Worten, die Funktion des durchschaltenden Umschaltkontaktes 66 zu einer Stelle ist in der Codierung dieser Stelle enthalten. Zu jeder Stelle ist ein derart abgeänderter Schaltungspfad vorhanden, wobei jedoch beim Schaltungspfad zur 1. Stelle die beiden Kontaktlamellen 67 und Bürsten 78 zu jeder Ziffer kurzgeschlossen werden, wie dies mit einer Verbindung 79 an einem Ort angegeben ist. Der Vorteil einer Ausführung mit nach Fig. 8 abgeänderten Schaltungspfad gegenüber einer Ausführung mit Schaltungspfad nach Fig. 7 liegt darin, daß auf die Leseeinrichtung 19, die Elektromagnete 20 und 21, die Teile 20a, 21a, 22, 25, 26, 27a und 27b verzichtet werden kann.

Es können zu dieser Ausführungsmöglichkeit die verschiedensten Lochschemas entwickelt werden, wovon ein Lochschema C (Fig. 5) gezeigt ist, das gut auf einen normierten Lochstreifen mit fünf oder acht Spuren paßt. Für eine Ausführung der Anordnung zum Lochschema C müssen nur die Bürsten 78 anders gruppiert werden. Die Lochschemas B und C können selbstver-

ständig auch, z. B. in einer Ausführung mit einer Vergleichsschaltung, die Licht schaltet, verwendet werden. Für eine nach Fig. 1 ähnliche Ausführung zum Lochschema B wird jeder Kanal 28 und 29 in zwei Kanäle aufgeteilt und die Stellorgane 4, die Leseeinrichtung 19, die Kontakte 20a, 21a, 27a und 27b weggelassen.

Für spezielle Anwendungen, z. B. bei langsam änderndem Analogwert bzw. Istwert und häufig wechselndem Digitalwert bzw. Sollwert, können die Hilfswerte aus dem Analogwert bzw. Istwert abgeleitet werden. Es wird eine Ausführungsmöglichkeit an Hand einer Änderung der Ausführung nach Fig. 1 beschrieben. Zu diesem Zweck werden statt der Leseeinrichtung 19, der Kontakte 20a, 21a, 27a und 27b auf den Wellen 14 und 36 festmontierte Kurvenscheiben 80 (Fig. 10) angebracht, die jede über einen Schaltstößel 81 einen Schaltkontakt 80a betätigen. Die beiden Kurvenscheiben 80 rotieren um die Achse 33 bei änderndem Istwert. Der Kontakt 80a ist beim Rotieren der Kurvenscheibe 80 abwechselungsweise offen und geschlossen, und zwar ändert der Schaltungszustand nach jeder Viertelumdrehung der Kurvenscheibe 80, also nach jeder Änderung des Istwertes um 5 mm bzw. 50 mm, und schließt bei größer werdendem Istwert vom Nullpunkt 9 aus das erste Mal kurz vor Vollendung der ersten Viertelumdrehung bezogen auf die Nullstellung. Bei offenem Kontakt 80a wird aus dem Istwert ein Hilfswert O und bei geschlossenem Kontakt 80a ein Hilfswert L abgeleitet. Mit Hilfe der Kurvenscheibe 80 zur Welle 14 wird der 2. Hilfswert und mit Hilfe der zur Welle 36 wird der 3. Hilfswert aus einem Istwert abgeleitet. Der Kontakt 80a zur Welle 14 ist über eine Klemme d₁ mit der Klemme d verbunden und steuert den Elektromagnet 21, der zur Welle 36 ist über eine Klemme c₁ mit der Klemme c verbunden und steuert den Elektromagnet 20. Die Elektromagnete 20 und 21 sind so lange erregt, als die zugehörigen Kontakte 80a geschlossen sind. Es ist auch möglich mittels der Bewegungen der Schaltstößel 81 über Gestänge die Blenden 23 und 24 direkt zu steuern, sofern die Bewegungen präzise und kippend gestaltet sind. Bei Sollwerten mit vielen Stellen können die Schaltungsgenauigkeiten der Kontakte 80a Schwierigkeiten bereiten, die jedoch mittels logischen Verknüpfungen und Speicherelementen behoben werden können.

Zur guten Handhabung der Anordnung kann der Analogwert bzw. Istwert übertragen werden, z. B. mittels elektrischen Drehmeldern. Dies ist besonders interessant, wenn Vergleiche für verschiedene Größen an einem zentralen Ort vorgenommen werden, speziell wenn die Digitalwerte bzw. Sollwerte von verschiedenen Größen auf einem Informationsträger aufgezeichnet sind. Eine solche Disposition kann z. B. bei einer automatischen Bohrmaschine vorliegen, wo ein kartesischer Koordinatenpunkt eines Bohrtisches durch zwei Abstände von den Koordinatenachsen bestimmt ist. Zum automatischen Positionieren einer Bohrspindel über einem Koordinatenpunkt werden die beiden Sollwerte der Abstände nebeneinander auf einem Lochstreifen programmiert. Die beiden Sollwerte werden mit den beiden Istwerten der Abstände in zwei Anordnungen gleichzeitig verglichen. Die beiden Abstände werden durch zwei Leitspindeln eingestellt, auf denen je ein Drehmeldegeber sitzt. Die zwei Drehmeldegeber übertragen die beiden Istwerte über elektrische Leitungen zu zwei Drehmeldeempfängern, die die Istwerte zum Vergleichen mit den Sollwerten geben. Somit können Drehmeldeemp-

fänger, Schaltmittel und Vergleichsschaltungen der beiden Anordnungen und weitere Steuerelemente der Bohrmaschine in einem Steuerschrank untergebracht werden, der vom maschinellen Teil der Bohrmaschine entfernt aufgestellt ist. Die Lochung der beiden Sollwerte zu einem Koordinatenpunkt auf dem Lochstreifen wird gleichzeitig und direkt in die Vergleichsschaltungen eingegeben, so daß eine spezielle Übertragung der Sollwerte vom Lochstreifen zu den Vergleichsschaltungen wegfällt.

Wird dem Antrieb der Welle 14 ein Umkehrgetriebe vorgeschaltet, womit der Drehsinn der Welle 14 bei gleichem Drehsinn der Leitspindel 7 geändert werden kann, so können mit einem Lochstreifen 15 zwei zueinander symmetrische Bewegungsprogramme des Schlittens 5 abgewickelt werden, wenn beim Umschalten des Umkehrgetriebes gleichzeitig die Wirkung der Bewegungsbefehle «Vorschubrichtung vorwärts» und «Vorschubrichtung rückwärts» vertauscht wird. Bei der Übertragung des Istwertes durch Drehmelder müssen nur die Übertragungsleitungen mittels eines Umschalters vertauscht werden (Phasenumkehr), der die Funktion des Umkehrgetriebes übernimmt.

Wird zwischen die Leitspindel 7 und die Kupplung 12 ein Differentialgetriebe eingebaut, so kann der Drehwinkel der Kupplung 12 korrigiert werden, wenn z. B. die Leitspindel 7 einen Gangfehler aufweist und somit der Drehwinkel der Kupplung 12 nicht proportional zum Istwert des Abstandes 10 ist. Auf Grund des Gangfehlers längs der Leitspindel 7 wird eine Fehlerkurve erstellt, die in einer Schablone oder Kurvenscheibe dargestellt wird. Die Schablone oder Kurvenscheibe wird synchron mit der Position des Schlittens 5 zur Leitspindel 7 von einem mechanischen Fühler abgetastet, der mit dem Differentialgetriebe gekuppelt ist, womit der Drehwinkel der Kupplung 12 durch die Bewegung des Fühlers kompensiert wird.

Die Anordnung erlaubt auch ein sogenanntes Einpendeln auf eine bestimmte Position des Schlittens 5. Dazu wird der Schlitten 5 mit großer Vorschubgeschwindigkeit auf die gewünschte Position zubewegt und fährt über die Position hinaus, beim Überfahren der Position wird ein Befehlssignal erzeugt, das veranlaßt, daß eine mittlere Vorschubgeschwindigkeit eingeschaltet und die Vorschubrichtung gekehrt wird, worauf die Position ein zweites Mal überfahren und wieder ein Befehlssignal erzeugt wird, wodurch eine kleine Vorschubgeschwindigkeit eingeschaltet und die Vorschubrichtung wieder gekehrt wird und dann wird auf Grund des nächsten Befehlssignals der Schlitten 5 gestoppt. Während dem Einpendeln bleibt immer der gleiche Sollwert in der Anordnung zum Vergleichen und die Bewegungsbefehle werden stufenweise aus dem Programm oder einem Register gelesen. Das Einpendeln kann bei Drehbänken im allgemeinen nicht angewandt werden, jedoch bei Bohrmaschinen.

Ist die Drehbank (Fig. 1) für die Verschieberichtung 11 mit einer zweiten Anordnung ausgerüstet, so wird die Maßhaltigkeit eines Werkstückes durch das genaue Positionieren des Werkzeugs 6 bestimmt. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Verschieberichtung des Schlittens 5 bzw. des Werkzeugs 6 längs der Leitspindel 7, für die Verschieberichtung 11 des Werkzeugs 6 sind die Verhältnisse jedoch gleich. Bei Drehbänken ist es oft nicht möglich, eine bestimmte Position mit großer Vorschubgeschwindigkeit genügend genau anzufahren, ohne daß die Position um einen zu

langen Bremsweg des Schlittens 5 überfahren wird; wenn der Antrieb für die große Vorschubgeschwindigkeit erst beim Überfahren der Position durch ein Befehlssignal abgeschaltet wird. Da die große Vorschubgeschwindigkeit für kurze Bearbeitungszeiten nötig ist, wird in solchen Fällen zuerst mit großer Vorschubgeschwindigkeit eine Vorposition überfahren, wo eine kleine Vorschubgeschwindigkeit durch ein Vorbefehlssignal eingeschaltet wird, womit die Position angefahren und dann die Vorschubbewegung auf Grund des Befehlssignals gestoppt wird. Die Vorposition wird um mindestens den Bremsweg vor die Position gelegt. Ein Vorsollwert zur Erzeugung des Vorbefehlssignals kann wie ein Sollwert programmiert und verarbeitet werden. Das Programmieren des Vorsollwertes auf den Lochstreifen 15 läßt sich jedoch auch vermeiden. Die Differenz, Sollwert minus Vorsollwert, wird Vorgabewert genannt und kann positiv oder negativ sein. Nach der Eingabe der Lochung des Sollwertes wird der Vorgabewert zum Istwert des Abstandes 10 addiert, indem zum Drehwinkel der Leitspindel 7 ein Vorgabewinkel addiert wird, der proportional zum Vorgabewert ist, so daß der Drehwinkel der Kupplung 12 um den Vorgabewinkel vom Drehwinkel der Leitspindel 7 verschieden ist. Der Vorgabewinkel für z. B. den Vorgabewert + 40 mm, ist gleich groß wie der Drehwinkel der Leitspindel 7 für den Istwert 40 mm. Der Vorgabewinkel kann z. B. mittels eines Stellmotors und eines Differentialgetriebes, das zwischen der Leitspindel 7 und der Kupplung 12 eingebaut wird, zum Drehwinkel der Leitspindel 7 addiert werden. Anschließend wird die Summe von Istwert und Vorgabewert mit dem Sollwert verglichen und bei Übereinstimmung von Summe und Sollwert der Kontakt 45a geschlossen, womit das Vorbefehlssignal erzeugt wird. Mit einem Umschaltkontakt 82a (Fig. 11) wird das Vorbefehlssignal vom Befehlssignal unterschieden. Vom Umschaltkontakt 82a ist eine Klemme g_2 mit der Klemme g verbunden. Solange ein Vorgabewinkel zum Drehwinkel der Leitspindel 7 addiert ist, bleibt der Umschaltkontakt 82a umgelegt und damit die Klemme g_2 mit einer Klemme 1 leitend verbunden. Beim Überfahren der Vorposition wird zwischen der Klemme 1 und h das Vorbefehlssignal ausgegeben, das veranlaßt, daß die kleine Vorschubgeschwindigkeit eingeschaltet und sofort der Vorgabewinkel vom Drehwinkel der Kupplung 12 subtrahiert wird, so daß der Drehwinkel der Leitspindel 7 und der Kupplung wieder gleich ist. Während dem Subtrahieren des Vorgabewinkels wird der Kontakt 46a geöffnet, um unerwünschte Befehlssignale bzw. Vorbefehlssignale zu unterdrücken. Sobald Soll- und Istwert übereinstimmen, wird über den Umschaltkontakt 82a zwischen einer Klemme m und der Klemme h das Befehlssignal ausgegeben. Negative Vorgabewerte ergeben negative Vorgabewinkel, wodurch der Betrag des negativen Vorgabewinkels zuerst subtrahiert statt addiert und nachher, um wieder für die Leitspindel 7 und die Kupplung 12 den gleichen Drehwinkel zu erhalten, addiert statt subtrahiert wird.

Der Vorgabewert wird mit Reserve genügend groß gewählt und richtet sich nach dem Bremsweg, der zur Hauptsache von der Vorschubgeschwindigkeit abhängt. Da die Vorpositionen bei vielen Werkzeugmaschinen nicht sehr genau eingehalten werden müssen, genügt es oft zum Erzeugen der Vorbefehlssignale, nur die größeren Stellen der Sollwerte zu benutzen, z. B. nur die 2. und 3. Stelle bei einem dreistelligen Sollwert. In diesem Fall wird ein Differentialgetriebe zum Addieren

von Vorgabewinkeln zwischen das Getriebe 34 und der Welle 36 eingebaut, statt zwischen der Leitspindel 7 und die Kupplung 12, und das Vorbefehlssignal aus Teilbefehlssignalen zur 2. und 3. Stelle gewonnen. Vorgabewerte können auch durch die Steuerung der Drehbank selbst ermittelt werden. Auf Grund eines programmierten Vorschubgeschwindigkeitsbefehls oder einer tachometrisch gemessenen Vorschubgeschwindigkeit wird der Betrag eines Vorgabewertes und das Vorzeichen (+ oder -) aus dem zugehörigen programmierten Vorschubrichtungsbefehl (vorwärts oder rückwärts) oder der effektiv festgestellten Vorschubrichtung ermittelt. Zum Ermitteln des Betrags eines möglichst günstigen Vorgabewertes können selbstverständlich noch weitere Größen, z. B. Schnittdruck des Werkzeugs 6, verwendet werden.

Die Anordnung kann für verschiedene Lochschemas ausgeführt werden, einige weitere Lochschemas D-G werden in Fig. 5 gezeigt. Nach einem «2-von-10»-Code ist das Lochschema G mit zwei Löchern für jede Ziffer ausgeführt; für die Ziffer 4 sind die beiden Löcher zeichnerisch stark ausgezogen. Einige Lochschemas eignen sich für die einen Ausführungen besser als für die anderen. Es eignen sich z. B. das Lochschema F für eine Ausführung mit elektrischen Schaltungspfaden nach Fig. 7 und entsprechend platzierten Bürsten 64; das Lochschema G für eine Ausführung nach Fig. 1 mit entsprechend vergrößerten Abdeckungen statt der Abdeckungen 40, so daß zwei Kanalöffnungen 31 bzw. 32 zu einer Stelle abgedeckt werden können. Bei der Entwicklung eines neuen Lochschemas ist man natürlich sehr frei in der Platzierung der Löcher für die Ziffern für Ausführungen mit elektrischen Schaltungspfaden.

Die Digitalwerte bzw. Sollwerte müssen nicht unbedingt im Dezimalsystem dargestellt werden, sie können auch in anderen Zahlensystemen, z. B. im Binärsystem, dargestellt werden, wenn die Ausführung der Anordnung entsprechend angepaßt wird. In einem anderen Zahlensystem ergibt sich wie im Dezimalsystem für die erste Hälfte der möglichen Ziffern (Ziffern mit kleinerem Wert) einer Stelle ein Hilfswert O und für die zweite Hälfte (Ziffern mit größerem Wert) ein Hilfswert L.

Eine Ziffer in einem «x»-System (Zahlensystem mit der Grundzahl x) läßt sich in gewissen Fällen auch nach anderen Codes, als nach einem «n-von-x»-Code, codieren und ohne Umcodierung bei entsprechend angepaßter Ausführung der Anordnung verarbeiten; z. B. eine Ziffer im Dezimalsystem wird biquinär codiert, also nach einem «2-von-7»-Code, wobei sich eine Binär- und eine Quinärstelle ergibt und z. B. bei einem sechsstelligen Wert im Dezimalsystem insgesamt zwölf Binär- und Quinärstellen sich ergeben und elf Hilfswerte benutzt werden. Werte die zum Vergleich ungeeignet codiert sind, werden zuerst passend umcodiert und dann verarbeitet.

Die Ausführungen der Anordnung sind nicht auf Vergleiche mit Digitalwerten bzw. Sollwerten von drei Stellen beschränkt, sie können, was leicht ersichtlich ist, auch für Digitalwerte bzw. Sollwerte von mehr oder weniger als drei Stellen gebaut werden. Statt einen Sollwert mit einem Istwert zu vergleichen, kann auch ein anderer Digitalwert mit einem Analogwert verglichen werden.

Statt einem Lochstreifen 15, 61, 63, 74 oder 77 als Informationsträger können Lochkarten, Lochbänder, Stufenschalter mit manueller oder ferngesteuerter Be-

tätigung, Relaisketten, Kreuzschienenwähler usw. benützt werden, ebenso können diese Komponenten als Schaltmittel, die den Digitalwert darstellen, benützt werden. Ein Teil der elektrischen Schaltkreise läßt sich auch durch elektronische Schaltkreise ersetzen. Die Anordnung kann in weiteren Ausführungen gebaut werden, indem sich verschiedene beschriebene Ausführungsmöglichkeiten miteinander kombinieren lassen.

PATENTANSPRUCH

Anordnung zum Vergleich zweier Werte, insbesondere Sollwert-Istwert-Vergleichsanordnung, dadurch gekennzeichnet, daß einerseits Mittel (1) vorhanden sind, die den einen Wert in digitaler Form darstellen, und andererseits Mittel (2), die den anderen Wert in analoger Form darstellen, die beide (1 und 2) an einer Vergleichseinrichtung (3) direkt beteiligt sind, wobei im Falle eines mehrstelligen Digitalwertes wenigstens ein Hilfwert für den Vergleich benützt wird.

UNTERANSPRÜCHE

1. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Hilfwerte aus dem Digitalwert abgeleitet werden.

2. Anordnung nach Unteranspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Stellorgane (4), die auf Grund je eines Hilfwertes gesteuert werden, an der Vergleichseinrichtung (3) direkt beteiligt sind und von den genannten Mitteln (1 und 2) separat angeordnet sind.

3. Anordnung nach Unteranspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Digitalwert und die Hilfwerte nach dem Ableiten der letzteren zusammen eine Information bilden, die in einem Informationsträger (77) gespeichert wird.

4. Anordnung nach Unteranspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Digitalwert und die Hilfwerte nach dem Ableiten der letzteren zwei getrennte Informationen bilden, die in einem Informationsträger (74) oder mehreren Informationsträgern gespeichert werden.

5. Anordnung nach Unteranspruch 1, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die Hilfwerte die Mittel (2) zur Darstellung des Analogwertes beeinflussen.

6. Anordnung nach Unteranspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ableiten der Hilfwerte unter Verwendung eines Teils der Vergleichseinrichtung (3) erfolgt.

7. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Lochbeleg, z. B. ein Lochstreifen (15, 61, 63, 74 oder 77), als Mittel (1) zur Darstellung des Digitalwertes und als Träger (15, 61, 63, 74 oder 77) weiterer Informationen vorhanden ist.

8. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (2) zur Darstellung des Analogwertes Getriebe (13, 34, 35) aufweisen, wobei Drehwinkel den Analogwert in analoger Form darstellen.

9. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichseinrichtung (3) elektrische Mittel aufweist.

10. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichseinrichtung (3) magnetische Mittel aufweist.

11. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichseinrichtung (3) pneumatische Mittel aufweist.

12. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichseinrichtung (3) mit Strahlung arbeitende Mittel aufweist.

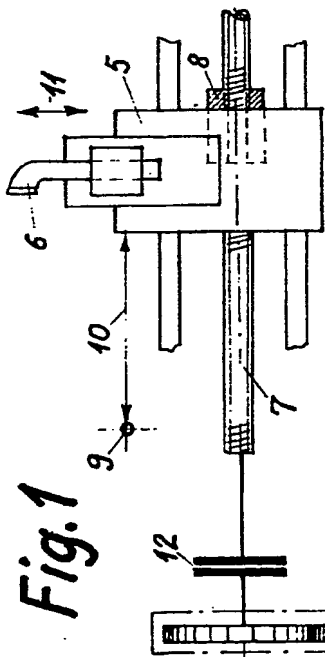
13. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der Analogwert mittels elektrischer Drehmelder übertragen wird.

14. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß bei Übereinstimmung der beiden Werte ein Befehlssignal ausgegeben wird, zum Zwecke, Steuerbefehl zu erteilen und das veranlaßt, daß ein neuer Vergleich durchgeführt wird.

15. Anordnung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß Hilfwerte aus dem Analogwert abgeleitet werden.

René Laube

Fig. 1



Schnitt P-P

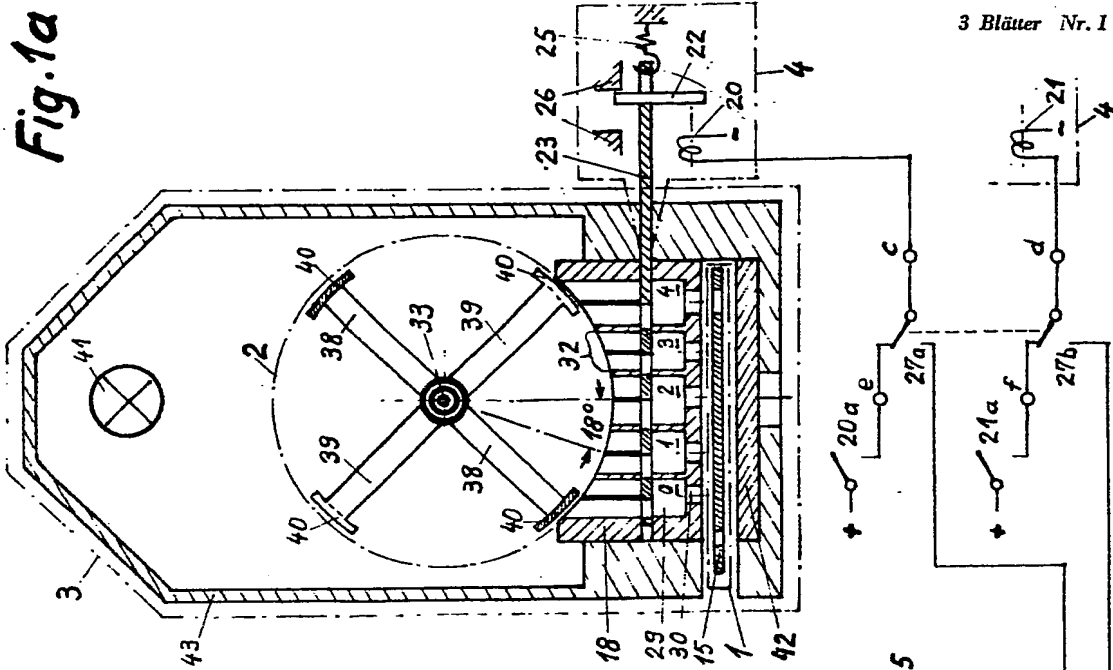


Fig. 1a

Fig. 1b

18 (Schnitt Q-Q)

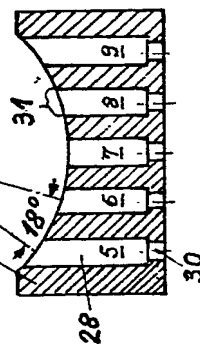


Fig. 1c

23 (Ansicht von oben)



Fig. 2

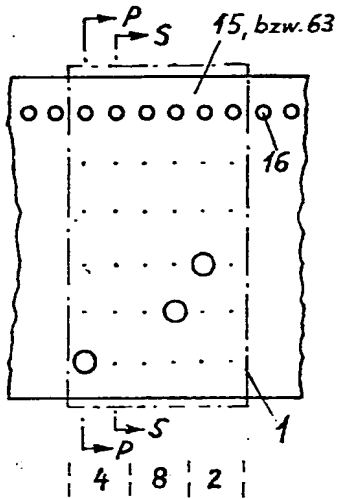


Fig. 3

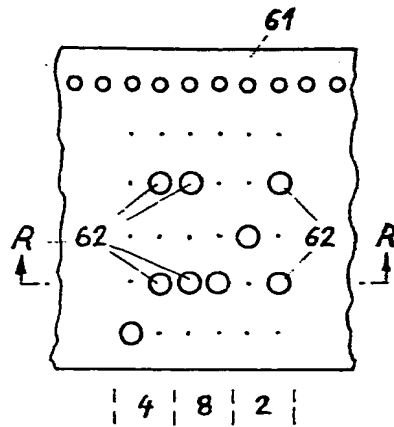


Fig. 4

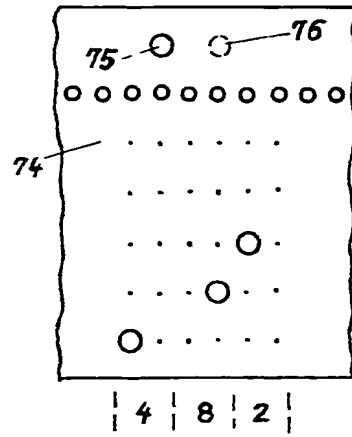


Fig. 5

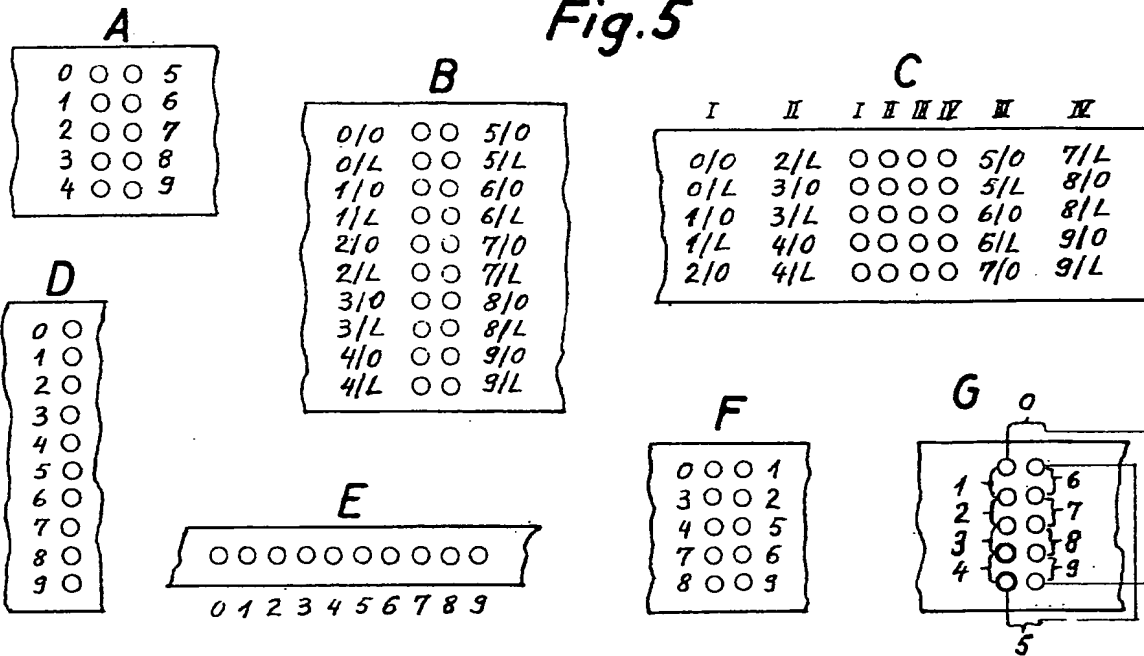


Fig. 6

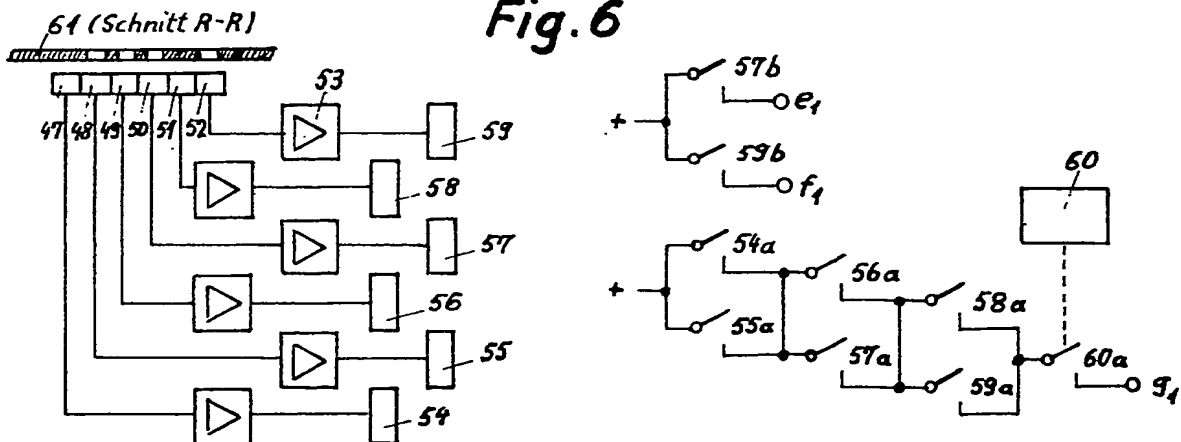


Fig. 7

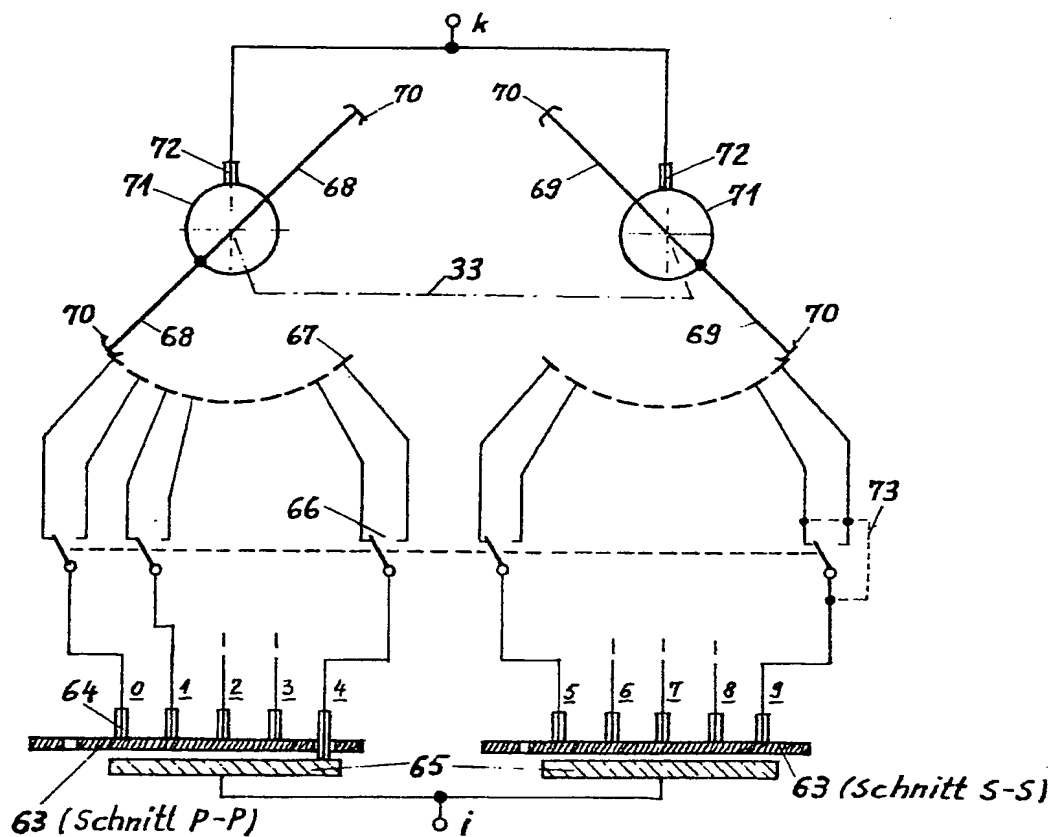


Fig. 8

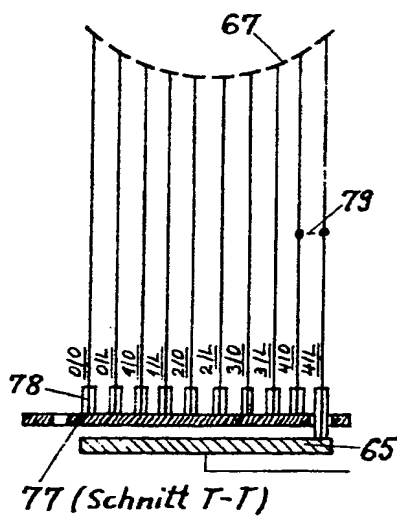


Fig. 9

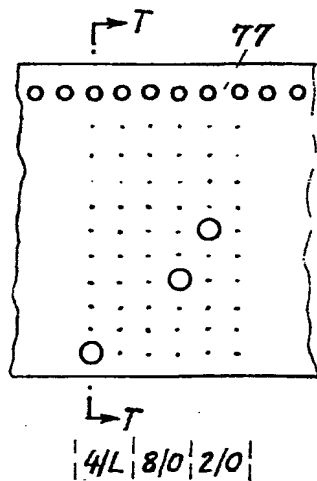


Fig. 10

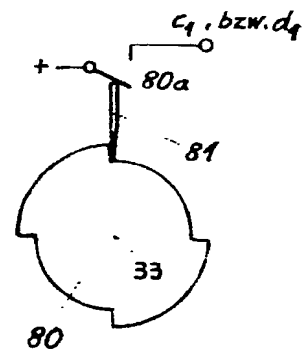


Fig. 11

